Applied research in sports nutrition and exercise science

Blood Pressure, Heart Rate and Rate Pressure Product Responses to Resistance Exercise Order in Overweight Women

Mohammad Hasani

Ph.D., University of Applied Sciences, Qom Police Command Unit, Qom, Iran.

msv.٥٥.hasani@gmail.com

Abstract

The aim of this study was to investigate the responses of systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure, heart rate (HR), and rate pressure product (RPP) to resistance exercise order in overweight women. Eight overweight women (age, ٤١,٦ ±٤,٥ years; height, ١٦١ ± ٠,١ cm; weight, ٧٣,٨ ± ٤,٥ kg; body mass index, ٢٨,٦ ± ١ kg/m٢) randomly participated in three trials ١) resistance exercise order from large to small muscles, ٢) resistance exercise order from small to large muscles and ٣) without exercise, with one-week interval of each other. The subjects performed ٨ resistance exercises in ٣ sets of ١٠ repetitions at ٨٠٪ of ١RM, and an interval of ٢ min between the sets and exercises. SBP, DBP, HR, and RPP were measured before, immediately, and ١٥, ٣٠, ٤٥, and ٦٠ min after trials. SBP after both exercise orders was significantly lower for ٦٠ min compared to pre-exercise levels. While no significant change was observed in DBP. HR was significantly increased after both resistance exercise orders compared with baseline levels. RPP significantly increased only until ٣٠ min after both exercise orders. Also, there were no differences between the two resistance exercise orders. In the present study, no significant difference was observed in hemodynamic responses between the two resistance exercise orders.

Keywords: Resistance Exercise Order, Blood pressure, Heart Rate, Rate Pressure Product.

پاسخ‌های فشارخون، ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد

به ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی در زنان دارای اضافه‌وزن

محمد حسنی

دکتری، دانشگاه علمی کاربردی، واحد فرماندهی انتظامی قم، قم، ایران.

msv.۵۵.hasani@gmail.com

چکیده

هدف مطالعه‌ی حاضر بررسی پاسخ‌های فشارخون سیستولی، دیاستولی، ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد به ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی بود. هشت زن دارای اضافه‌وزن (سن ٤/٥±٤١/٦ سال، قد ٠/١±١٦١ سانتی‌متر، وزن ٤/٥±٧٣/٨ کیلوگرم، شاخص توده‌ی بدنی ١±٢٨/٦ کیلوگرم بر متر مربع) به طور تصادفی در ٣ جلسه‌ی ١) ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک، ٢) ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات کوچک به بزرگ و ٣) کنترل بدون فعالیت، با فاصله‌ی یک هفته از یکدیگر شرکت کردند. آزمودنی‌ها ٨ حرکت را با شدت ٨٠ درصد یک تکرار بیشینه، در ٣ نوبت ١٠ تکراری و با فواصل استراحتی ٢ دقیقه‌ای بین نوبت‌ها و حرکات اجرا کردند. فشارخون ، ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد، قبل از فعالیت و پس از فعالیت هر ١٥ دقیقه و تا ٦٠ دقیقه اندازه‌گیری شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد، فشارخون سیستولی طی ٦٠ دقیقه پس از هر دو ترتیب فعالیت در مقایسه با سطوح قبل از آن به‌طور معنی‌داری پایین بود ($P\leq ٠/٠٥$)، درحالی‌که فشارخون دیاستولی تغییر معنی‌داری نداشت. ضربان قلب پس از هر دو ترتیب فعالیت نسبت به سطوح پایه افزایش معنی‌داری یافت ($P\leq ٠/٠٥$). هزینه‌ی اکسیژن میوکارد تنها تا دقیقه‌ی ٣٠ پس از هر دو ترتیب فعالیت افزایش معنی‌داری داشت ($P\leq ٠/٠٥$). همچنین در هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معنی‌داری بین دو ترتیب فعالیت مشاهده نشد. در مطالعه‌ی حاضر تفاوت معنی‌داری بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی در پاسخ‌های همودینامیکی مشاهده نشد.

کلید واژه‌ها: ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی، فشارخون سیستولی، فشار خون دیاستولی، ضربان قلب، هزینه‌ی اکسیژن میوکارد.

مقدمه

فشارخون بالا یکی از ۹ عامل خطرزا برای بیماری‌های قلبی-عروقی است و برآورد شده است که سالانه منجر به مرگ ۷ میلیون نفر در سراسر دنیا می‌شود (۱). فشارخون بالا با دیگر عوامل خطرزای قلبی-عروقی مانند؛ اضافه‌وزن و چاقی در ارتباط است؛ به‌طوری‌که با افزایش وزن خطر ابتلا به این بیماری نیز افزایش می یابد (۲). تغییر در شیوه‌ی زندگی به‌خصوص شرکت در فعالیت‌های ورزشی به‌عنوان اولین مرحله برای پیشگیری و درمان فشارخون بالا در عموم افراد توصیه شده است (۳، ٤). اثر فعالیت ورزشی بر کاهش فشارخون پس از فعالیت در افراد سالم (۵، ٦) و مبتلا به فشارخون بالا (۷) گزارش شده است که این کاهش می‌تواند حداقل ۱۲ تا ۲٤ ساعت بعد از ورزش ادامه یابد (۸). فعالیت ورزشی مقاومتی به عنوان بخشی از یک برنامه‌ی ورزشی جهت کاهش خطرات بیماری‌های قلبی-عروقی توصیه شده است (۹). همچنین این نوع فعالیت ورزشی با تولید متابولیتی قابل توجهی همراه است (۷، ۱۰) که این متابولیت‌ها می‌توانند اتساع عروق عضلات را افزایش داده و در نتیجه مقاومت عروق محیطی و فشارخون را کاهش دهند (۱۰). مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی مقاومتی می‌تواند فشارخون را به سطوح پائین‌تر از مقادیر استراحتی کاهش دهد (۵، ۷، ۹، ۱۱). اگرچه این یافته‌ها جامع نبوده و مطالعاتی نیز وجود دارند که عدم تغییر (٤، ۱۲) و حتی افزایش فشار خون (۱۳) را پس از فعالیت ورزشی مقاومتی گزارش کرده‌اند. پروتکل‌های مختلف فعالیت ورزشی مقاومتی که در این مطالعات به‌کار گرفته شده‌اند، می‌تواند این یافته‌های متضاد را توضیح دهد. چراکه نشان داده شده است، پاسخ فشارخون به یک نوبت فعالیت ورزشی مقاومتی تحت تأثیر متغیرهای تمرینی این نوع فعالیت از جمله؛ تعداد تکرارها قرار می‌گیرد (٤). با این‌حال تأثیر دیگر متغیرهای فعالیت ورزشی مقاومتی بر پاسخ فشارخون پس از فعالیت به‌طور کامل مشخص نشده است. از سویی دیگر هزینه‌ی اکسیژن میوکارد (حاصل‌ضرب فشارخون سیستولی و ضربان قلب) که شاخص مهمی برای بیماری‌های قلبی-عروقی است (۱۱)، ممکن است در نتیجه‌ی پاسخ‌های متفاوت فشارخون و ضربان قلب به شرایط مختلف تمرینی تغییر کند (۵). از این رو بررسی این پاسخ‌های همودینامیکی پس از متغیرهای تمرینی فعالیت ورزشی مقاومتی ضروری به نظر می‌رسد.

ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از متغیرهای تمرینی مهمی است که پاسخ به تمرینات مقاومتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۵). در رابطه با طراحی تمرینات مقاومتی توصیه شده است که گروه‌های عضلانی بزرگ یا چند مفصله قبل از گروه‌های عضلانی کوچک یا تک مفصله و در ابتدای جلسه‌ی تمرینی به‌کار گرفته شوند، چراکه درگیرشدن گروه‌های عضلانی بزرگ در ابتدای جلسه‌ی تمرینی منجر به فراخوانی تعداد بیشتری از تارهای عضلانی و در نهایت ایجاد تنش و نیروی بیشتری می‌شود (۱٦). علاوه‌براین با فعالیت تعداد بیشتری از تارهای عضلانی نیاز به جریان خون در ناحیه‌ی فعال افزایش می‌یابد. افزایش جریان خون از یک طرف و فعالیت تارهای عضلانی بیشتر از سوی دیگر منجر به افزایش رهایی متابولیت‌های متسع کننده‌ی عروقی می‌شود که پیامد آن کاهش مقاومت عروقی است (٦). از آن‌جایی که کاهش فشارخون پس از فعالیت ممکن است در نتیجه‌ی کاهش پایدار در

مقاومت عروقی باشد (۱۷)، این احتمال وجود دارد که تغییر در میزان متابولیت‌های متسع کننده‌ی عروقی منجر به تغییر در پاسخ-های همودینامیکی شود. براساس مطالب فوق و همچنین با توجه به این‌که برخی مطالعات محیط متابولیتی‌تری را پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک در مقایسه با ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ گزارش کرده‌اند (۱۸)، بنابراین ممکن است پس از ترتیب‌های متفاوت فعالیت ورزشی مقاومتی پاسخ‌های همودینامیکی متفاوتی ایجاد گردد. همچنین از آن‌جایی که با افزایش وزن فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک افزایش می‌یابد و افراد چاق و دارای اضافه‌وزن، بیشتر در معرض فشارخون بالا قرار دارند (۱۹)، از این رو در پژوهش حاضر پاسخ‌های فشارخون، ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد پس از ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس در زنان دارای اضافه‌وزن مورد بررسی قرار گرفت.

روش پژوهش

در این مطالعه‌ی نیمه‌تجربی از بین زنان سالم و دارای اضافه‌وزن شهرستان مرند که برای شرکت در پژوهش داوطلب شده بودند، ۸ نفر براساس اطلاعات به‌دست آمده از پرسش‌نامه‌های ثبت سلامت و آمادگی شرکت در پژوهش به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. انتخاب این تعداد براساس امکانات تیم پژوهشی بود. تمام آزمودنی‌ها دارای اضافه‌وزن (۲۹/۹ ≤BMI≤ ۲۵) (۲۰)، غیر سیگاری و فاقد سابقه‌ی بیماری‌های قلبی- عروقی در خود و خانواده‌ی خود بودند، فشارخون طبیعی داشتند، هیچ‌گونه دارویی مصرف نمی‌کردند و طی ٦ ماه گذشته فعالیت ورزشی منظم نداشتند. قبل از شروع آزمون اطلاعات لازم در مورد مراحل انجام پژوهش و خطرات و ناراحتی‌های احتمالی به آزمودنی‌ها داده شد و همه‌ی آن‌ها رضایت‌نامه‌ی شرکت در پژوهش را تکمیل کردند.

فشارخون استراحتی افراد طی دو جلسه‌ی مجزا در روزهای متوالی، در حالی‌که به مدت ۲۰ دقیقه در وضعیت نشسته، روی صندلی استراحت می‌کردند، در دقایق ۱۰، ۱۵ و ۲۰ اندازه‌گیری شد و آزمودنی‌هایی که میانگین فشارخون سیستولی و دیاستولی آن‌ها در این دو جلسه به ترتیب بیشتر از ۱۳۹ و ۸۹ میلی‌متر جیوه بود از آزمون کنار گذاشته شدند (۱۱). وزن آزمودنی‌ها به-وسیله‌ی ترازوی دیجیتالی (ONYX، آلمان) و قد آن‌ها با استفاده از قدسنج دیواری اندازه‌گیری شد، سپس شاخص توده‌ی بدنی (BMI) از تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر، محاسبه شد. درصد چربی بدن (BF٪) نیز از طریق تکنیک ضخامت چربی زیرپوستی سه‌نقطه‌ای (سه‌سربازویی، فوق خاصره و ران) با استفاده از کالیپر (Laffayette، آمریکا) اندازه‌گیری و سپس با استفاده از معادله‌ی Siri (۲۱) تعیین گردید.

آزمودنی‌ها طی دو جلسه با تکنیک درست اجرای حرکات و همچنین با محیط سالن ورزشی آشنا شدند. سپس حداکثر قدرت عضلانی آن‌ها در حرکات موردنظر، طی دو جلسه با فاصله‌ی ٤٨ ساعت از یکدیگر و با استفاده از فرمول برزیکی (۲۲) تعیین شد. پس از این مراحل آزمودنی‌ها در روزهای مجزا با فاصله‌ی یک هفته از یکدیگر و به‌طور تصادفی در ۳ جلسه‌ی ۱) فعالیت ورزشی مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک (پرس پا، پرس سینه، قایقی، اکستنشن زانو، سرشانه، فلکشن زانو، جلو بازو، پشت بازو)، ۲) فعالیت ورزشی مقاومتی با ترتیب عضلات کوچک به بزرگ (پشت بازو، جلو بازو ، فلکشن زانو، سرشانه، اکستنشن

زانو،فایقی، پرس سینه، پرس پا) و ۳) کنترل بدون فعالیت شرکت کردند. در جلسات آزمون، ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۲۰ دقیقه روی صندلی نشسته و برای به‌دست آوردن مقادیر استراحتی، فشارخون و ضربان قلب از دقیقه‌ی ۱۰ هر ۵ دقیقه اندازه‌گیری شد و در دقیقه‌ی پایانی جهت تعیین مقدار پایه‌ی لاکتات ۵ سی‌سی خون از سیاهرگ بازویی دست راست آزمودنی‌ها گرفته شد. در ادامه آزمودنی‌ها که به طور تصادفی برای یکی از فعالیت‌های ورزشی مقاومتی انتخاب شده بودند پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن به انجام فعالیت ورزشی مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک و یا ترتیب عضلات کوچک به بزرگ پرداختند. تمام حرکات با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، در ۳ نوبت، ۱۰ تکرار در هر نوبت و با سرعت حرکت متوسط (۲ ثانیه برای هر یک از مراحل درونگرا و برونگرا و در مجموع ٤ ثانیه) و فواصل استراحتی ۲ دقیقه‌ای بین نوبت‌ها و حرکات اجرا شد. پس از پایان فعالیت‌های مقاومتی، آزمودنی‌ها روی صندلی در وضعیت راحت استراحت کردند و جهت تعیین تغییرات غلظت لاکتات خون، خون‌گیری بلافاصله و ٦٠ دقیقه پس از پایان فعالیت مقاومتی و به شیوه‌ای مشابه با قبل از فعالیت انجام گرفت. همچنین فشارخون و ضربان قلب آزمودنی‌ها بلافاصله و هر ۱۵ دقیقه، به مدت ٦٠ دقیقه بعد از فعالیت اندازه‌گیری شد. جلسه‌ی کنترل کاملاً مشابه جلسات فعالیت مقاومتی بود با این تفاوت که در این جلسه آزمودنی‌ها به‌جای انجام فعالیت مقاومتی، به مدت ٦٢ دقیقه که برابر با مدت زمان اجرای فعالیت مقاومتی بود در وضعیت راحت، روی صندلی نشستند. در این جلسه فشارخون، ضربان قلب، هزینه‌ی اکسیژن میوکارد و لاکتات خون در زمان‌های مشابه با جلسات فعالیت مقاومتی اندازه‌گیری شد.

از آزمودنی‌ها خواسته شده بود تا روز قبل از جلسات آزمون رژیم غذایی روزانه‌ی خود را ثبت کنند تا در هر سه جلسه به لحاظ تغذیه‌ای از شرایط مشابهی برخوردار باشند. به آن‌ها توصیه شده بود تا از مصرف مواد کافئین‌دار و همچنین انجام فعالیت بدنی سنگین ٤٨ ساعت قبل از شرکت در جلسات خودداری کنند و آخرین وعده‌ی غذایی خود را حداقل ۲ ساعت قبل از شروع جلسات دریافت کنند. به منظور کنترل تغییرات روزانه‌ی فشارخون، جلسات آزمون در زمان مشابهی از روز انجام شد. در تمامی جلسات ضربان قلب با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج (Polar، فنلاند) و فشارخون با استفاده از فشار سنج جیوه‌ای استاندارد و گوشی پزشکی (ALPK۲، ژاپن) و بر اساس اولین و پنجمین صدای کورتکوف به ترتیب به‌عنوان فشارخون سیستولی و دیاستولی اندازه‌گیری شد. هزینه‌ی اکسیژن میوکارد از حاصل‌ضرب فشار خون سیستولی و ضربان قلب محاسبه گردید (۲۳). غلظت لاکتات خون نیز با استفاده از دستگاه آنالایزر گازهای خونی (GEM premier ۳۰۰۰، آمریکا)، به روش گازهای خونی سیاهرگی (VBG: Venous Blood Gas) و با استفاده از خون هپارینه به‌دست آمد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و در صورت مشاهده‌ی تفاوت معنی‌دار جهت تعیین محل تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه‌ی ۲۲) و در سطح $P\leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

در جدول ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها ارائه شده است.

جدول۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

ویژگی	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	٤١/٦ ±٤/٥
قد (سانتی‌متر)	١٦١ ±٠/١
وزن (کیلوگرم)	٧٣/٨ ± ٤/٥
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	٢٨/٦ ± ١
چربی بدن (درصد)	٣٦/٢± ٢/٦

فشار خون: در جدول ۲ میانگین و انحراف معیار فشارخون سیستولی و دیاستولی قبل و پس از ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس و همچنین جلسه‌ی کنترل نشان داده شده است. فشارخون سیستولی در تمام دقایق پس از فعالیت ورزشی مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک و برعکس، نسبت به مقادیر قبل از فعالیت کاهش معنی-داری داشت ($P\leq ۰/۰۵$). اما تغییرات فشارخون دیاستولی معنی‌دار نبود. در مقایسه‌ی مقادیر فشارخون سیستولی و دیاستولی بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی، در هیچ‌یک از دقایق پس از فعالیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین مقادیر فشارخون سیستولی در تمام دقایق پس از هر دو ترتیب فعالیت با جلسه‌ی کنترل تفاوت معنی‌داری داشت ($P\leq ۰/۰۵$)، درحالی‌که چنین تفاوتی در فشارخون دیاستولی مشاهده نشد.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار فشارخون (میلی‌متر جیوه) در زمان‌های مختلف

	عضلات بزرگ به کوچک	عضلات کوچک به بزرگ	کنترل
فشارخون سیستولی			
قبل از فعالیت	١٢٠/٣±٤/٨	١٢٠/٣±٥/١	١٢٠/٣±١/٧
بلافاصله بعد از فعالیت	#*١٤٧/٤±٨/٧	#*١٤٨/٤±١/٤	١٢٠/٣±٤/٩
١٥ دقیقه بعد از فعالیت	#*١٠٧/٠±٣/٥	#*١٠٧/٠±١/٤	١٢٠/٣±٩/٨
٣٠ دقیقه بعد از فعالیت	#*١٠٦/٠±٣/٥	#*١٠٦/٠±٣/٥	٤±١٢١
٤٥ دقیقه بعد از فعالیت	#*١٠٥/٠±١/٤	#*٠±١٠٥/٥	١٢١/٣±١/٧
٦٠ دقیقه بعد از فعالیت	#*١٠٥/٠±٥/٥	#*١٠٥/٠±٥/٨	١٢١/٣±٤/٧
فشارخون دیاستولی			
قبل از فعالیت	٢±٧٠/٥	٦٩/٣±٨	٦٩/٢±٩/٤

بلافاصله بعد از فعالیت	#۸۰/۱±۵/۹	#۸۰/۱±٦/۸	٦۹/۲±٦/۵
۱۵ دقیقه بعد از فعالیت	٦۸/۳±۹	٦۷/۲±۸/۸	٦۹/۲±۸/۷
۳۰ دقیقه بعد از فعالیت	۳±٦۸/۵	٦۷/۳±٦	۲±۷۰/۵
٤۵ دقیقه بعد از فعالیت	٦۷/۳±۸/۳	٦۷/۳±۵	٦۹/۲±۸/۵
٦۰ دقیقه بعد از فعالیت	٦۷/۳±۹/۲	٦۷/۳±۸/۲	٦۹/۲±۸/۷

* تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت، # تفاوت معنی‌دار با جلسه کنترل

ضربان قلب: ضربان قلب پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی طی ٦۰ دقیقه استراحت، نسبت به مقادیر قبل از فعالیت به طور معنی‌داری افزایش داشت (P≤۰/۰۵) اما تفاوت تغییرات آن بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همچنین در مقایسه‌ی تغییرات ضربان قلب بین ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس با جلسه‌ی کنترل در تمام دقایق پس از فعالیت تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (P≤۰/۰۵) (جدول ۳).

هزینه‌ی اکسیژن میوکارد: در جدول ۳ میانگین و انحراف معیار هزینه‌ی اکسیژن میوکارد پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک، کوچک به بزرگ و جلسه‌ی کنترل نشان داده شده است. در مقایسه با پیش از فعالیت، هزینه‌ی اکسیژن میوکارد در دقایق ۱۵ و ۳۰ پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی به طور معنی‌داری افزایش داشت (P≤۰/۰۵). در هیچ یک از دقایق پس از فعالیت تفاوت معنی‌داری در هزینه‌ی اکسیژن میوکارد بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی مشاهده نشد. هزینه‌ی اکسیژن میوکارد در دقیقه‌ی ۱۵ پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی و در دقیقه‌ی ۳۰ پس از ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ به طور معنی‌داری بالاتر از جلسه‌ی کنترل بود (P≤۰/۰۵).

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار ضربان قلب (ضربه در دقیقه) و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد (میلی‌متر جیوه در ضربه در دقیقه) در زمان‌های مختلف

	عضلات بزرگ به کوچک	**عضلات کوچک به بزرگ**	**کنترل**
ضربان قلب			
قبل از فعالیت	۷۰/۱±٦/٤	۷۰/۱±۵/٤	۷۱/۳±٦/۹
بلافاصله بعد از فعالیت	#*۱۵٤/۳±۵/٤	#*۱۵۵/۳±٤/۹	۷۰/۱±٦/۲
۱۵ دقیقه بعد از فعالیت	#*۱۰۲/٤±۸/۸	#*۱۰۱/٤±٦/۳	۷۰/۱±۳/۳
۳۰ دقیقه بعد از فعالیت	#*۹۳/٤±۸/۸	#*۹٤/۳±۸/۹	۷۰/۱±۵/۲
٤۵ دقیقه بعد از فعالیت	#*۹۲/۵±۹/٦	#*۵±۹۲/۷	۷۰/۱±۳/٤

٦٠ دقیقه بعد از فعالیت	#*٨٨/٧±٦/٢	#*٨٨/٧±٤/٢	٧٠/١±١/٧
هزینه‌ی اکسیژن میوکارد			
قبل از فعالیت	٨٥٠٣/٣٧٦±٥/١	٨٤٩٥/٢٩٢±٦/٦	٨٤٥٥/٣٢٨±١/٩
بلافاصله بعد از فعالیت	#*٢٢٨٢١/٦٩٤±٦/٤	#*٢٣٠١٦/٩٤٥±٨/٧	٨٥٠٢/٣٢٧±١/٣
١٥ دقیقه بعد از فعالیت	#*١١٠٢٠/٥٢٥±٤	#*١٠٨٨٦/٤٧٣±٩/٩	٣٢٢±٨٤٩٢/٩
٣٠ دقیقه بعد از فعالیت	*٩٩٥٩/٤٨١±٨/٨	#*١٠٠٦٧/٤١٨±٦/٧	٨٥٣٢/٣٧٠±٤
٤٥ دقیقه بعد از فعالیت	٩٧٦٣/٥٩٨±٩/٤	٩٦٥٩/٥٨٣±٣/٦	٨٥٠٩/٣٢١±٤
٦٠ دقیقه بعد از فعالیت	٩٣٤٩/٧٥٣±١	٩٣٢٤/٧٧٢±٦	٣٧٣±٨٥١٣

* تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت، # تفاوت معنی‌دار با جلسه کنترل

لاکتات: لاکتات خون بلافاصله بعد از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی نسبت به مقادیر قبل از فعالیت افزایش معنی‌داری داشت ($P\leq ٠/٠٥$) و پس از ٦٠ دقیقه استراحت تا نزدیک سطوح قبل از فعالیت کاهش یافت. اما تفاوتی در مقادیر لاکتات خون بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی مشاهده نشد. همچنین مقادیر لاکتات خون پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی نسبت به جلسه‌ی کنترل به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P\leq ٠/٠٥$) (جدول ٤).

جدول ٤. میانگین و انحراف معیار لاکتات خون (میلی‌مول بر لیتر) قبل و بلافاصله بعد از جلسات

	عضلات بزرگ به کوچک	**عضلات کوچک به بزرگ**	**کنترل**
قبل از فعالیت	٠/٩ ± ٠/١	١ ± ٠/٢	١ ± ٠/١
بلافاصله بعد از فعالیت	#*٥/٢ ± ١/٢	#*٤/٢ ± ١/٢	١ ± ٠/١
٦٠ دقیقه بعد از فعالیت	١ ± ٠/٢	١ ± ٠/٢	١ ± ٠/٢

* تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت، # تفاوت معنی‌دار با جلسه کنترل

بحث

هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی پاسخ‌های فشارخون، ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد به ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس بود. یافته‌های ما نشان داد که یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک و برعکس در زنان دارای اضافه‌وزن منجر به کاهش معنی‌دار فشارخون سیستولی به مدت ٦٠ دقیقه و عدم تغییر فشارخون دیاستولی می‌شود. با توجه به این‌که فشارخون سیستولی در جلسه‌ی کنترل تغییر معنی‌داری نداشت، بنابراین کاهش در فشارخون سیستولی پس از فعالیت در مطالعه‌ی حاضر ناشی از تأثیر فعالیت ورزشی مقاومتی بوده و تغییرات طبیعی و

روزانه‌ی فشارخون در کاهش آن نقشی نداشته است. از آن‌جایی‌که متغیرهای تمرینی فعالیت ورزشی مقاومتی نقش مهمی در پاسخ‌های همودینامیکی به این نوع فعالیت ورزشی دارند (٤)، فرض بر این بود که ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس منجر به پاسخ‌های متفاوت فشارخون پس از فعالیت شود. اما برخلاف این فرض میزان کاهش فشار خون تا ٦٠ دقیقه بعد از فعالیت بین دو ترتیب فعالیت متفاوت نبود. به دانش ما، مطالعه‌ای که پاسخ فشارخون به ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و بر عکس را بررسی کند، وجود ندارد. با این حال این عدم تفاوت در میزان کاهش فشارخون بین دو ترتیب فعالیت را شاید بتوان با پاسخ‌های مشابه لاکتات در دو ترتیب فعالیت توضیح داد. لاکتات منجر به هایپرپلاریزاسیون عضله‌ی صاف و در نتیجه اتساع عروق خونی و کاهش فشارخون می‌شود. در این راستا مورینو و همکاران[1] (٢٠٠٩) نشان دادند که لاکتات ممکن است از جمله مکانیسم‌های احتمالی کاهش فشارخون پس از فعالیت باشد (٢٤). در مطالعه‌ی حاضر غلظت لاکتات خون بلافاصله پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی افزایش و پس از ٦٠ دقیقه استراحت تا نزدیک سطوح قبل از فعالیت کاهش داشت، که در این تغییرات؛ همانند کاهش فشارخون؛ به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین دو ترتیب فعالیت مشاهده نشد و این نتایج نقش احتمالی این متابولیت بر پاسخ فشارخون پس از فعالیت را تأیید کرد.

اثر فعالیت ورزشی مقاومتی بر تغییرات فشارخون پس از فعالیت مشخص نیست و کاهش (٥، ٧، ٩، ١١)، عدم تغییر و حتی افزایش آن پس از فعالیت مقاومتی گزارش شده است (٤، ١٢، ١٣). همسو با نتایج مطالعه‌ی حاضر محبی و همکاران (٢٠١٣)، در بررسی اثر سه جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی با اندام‌های فوقانی، تحتانی و کل بدن نشان دادند که پس از هر سه فعالیت مقاومتی، فشارخون سیستولی به طور معنی‌داری نسبت به مقادیر قبل از فعالیت کاهش می‌یابد اما تغییری در فشار خون دیاستولی مشاهده نکردند (١١). فیشر و همکاران[2] (٢٠٠١) نیز، کاهش فشارخون سیستولی و عدم تغییر فشارخون دیاستولی را پس از فعالیت ورزشی مقاومتی کل بدن در آزمودنی‌های با فشارخون طبیعی گزارش کردند (٢٥). احتمالاً علت اصلی حساسیت بیشتر فشارخون سیستولی نسبت به فشارخون دیاستولی به کاهش پس از فعالیت، وضعیت استراحتی آزمودنی‌ها پس از پایان جلسه‌ی تمرینی باشد. با این حال برخی از مطالعات کاهش در فشارخون سیستولی را پس از فعالیت ورزشی مقاومتی گزارش نکرده‌اند. در مطالعه‌ی پلیتو و همکاران[3] (٢٠٠٩) پس از ده نوبت ده تکراری حرکت خم کردن بازو تغییری در فشارخون سیستولی مشاهده نشد (٦). رودریگز و همکاران[4] (٢٠٠٨) و لیما و همکاران[5] (٢٠١٣) نیز عدم تغییر فشارخون سیستولی را به ترتیب پس از فعالیت ورزشی مقاومتی با عضلات بالاتنه و کل بدن گزارش کردند (١٢، ٢٦). چندین عامل ممکن است این نتایج متضاد را توضیح دهد. از جمله‌ی این عوامل می‌توان به وضعیت آزمودنی‌ها پس از فعالیت ورزشی اشاره کرد. در مطالعه‌ی لیما و همکاران (٢٠١٣) آزمودنی‌ها بلافاصله

١. Moreno et al
٢. Fisher et al
٣. Polito et al
٤. Rodriguez et al
٥. Lima et al

بعد از جلسه‌ی تمرینی به انجام فعالیت‌های روزانه‌ی خود پرداختند که این امر ممکن است کاهش در فشارخون پس از فعالیت ورزشی را به تأخیر اندازد (۱۲) چرا که نشان داده شده است، انجام فعالیت‌های روزانه می‌تواند فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک را افزایش داده و از این طریق منجر به افت کاهش فشارخون سیستولی و دیاستولی پس از فعالیت شود (۲۷). از دیگر علل تفاوت در نتایج این مطالعات می‌توان به توده‌ی عضلانی درگیر در فعالیت اشاره کرد. اثر توده‌ی عضلانی بر فشارخون پس از فعالیت ورزشی مقاومتی را می‌توان این‌گونه توضیح داد؛ زمانی‌که توده‌ی عضلانی زیادتری حین فعالیت ورزشی مقاومتی درگیر شود نیاز به جریان خون در ناحیه‌ی فعال افزایش پیدا می‌کند. افزایش جریان خون منجر به رها شدن بیشتر مواد متسع کننده‌ی عروقی از توده‌ی عضلانی فعال و در نهایت کاهش مقاومت عروقی و کاهش بیشتر فشارخون می‌شود (٦، ٢٦)

ضربان قلب پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی نسبت به مقادیر قبل از فعالیت به‌طور معنی‌داری افزایش داشت و تفاوتی در مقادیر ضربان قلب بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی در تمام دقایق پس از فعالیت مشاهده نشد. افزایش ضربان قلب پس از فعالیت ورزشی مقاومتی توسط لیما و همکاران (۲۰۱۳)، محبی و همکاران (۲۰۱۳) و رزک و همکاران[1] (۲۰۰٦) نیز گزارش شده است (۵، ۹، ۱۱). فعالیت ورزشی مقاومتی ممکن است منجر به کاهش حجم پلاسما و در نهایت کاهش حجم ضربه‌ای، برون‌ده قلبی و فشارخون شود. این کاهش فشارخون از طریق کاهش در فعالیت گیرنده‌های قلبی با یک واکنش افزایشی در فعالیت سمپاتیکی قلب همراه است که منجر به افزایش ضربان قلب می‌شود (۹). در پژوهش حاضر نیز با توجه به کاهش فشار خون پس از فعالیت احتمالاً این توالی بیان شده منجر به افزایش ضربان قلب پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی شده است.

در پژوهش حاضر هزینه‌ی اکسیژن میوکارد در مقایسه با مقادیر قبل از فعالیت پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی به‌طور مشابهی تا دقیقه‌ی ۳۰ پس از فعالیت افزایش معنی‌دار داشت. محبی و همکاران (۲۰۱٤) و لیما و همکاران نیز (۲۰۱۳) افزایش معنی‌دار هزینه‌ی اکسیژن میوکارد را پس از فعالیت ورزشی مقاومتی گزارش کرده‌اند (۱۲، ۲۸). با این حال مطالعاتی نیز وجود دارد که تغییری در هزینه‌ی اکسیژن میوکارد پس از فعالیت ورزشی مقاومتی مشاهده نکرده‌اند (۲۹). دلیل این تناقض می‌تواند پروتکل‌های به‌کار گرفته شده توسط مطالعات باشد. هزینه‌ی اکسیژن میوکارد شاخصی برای جریان خون عضله‌ی قلبی و اکسیژن مصرفی قلب است. این شاخص از حاصل‌ضرب فشارخون سیستولی و ضربان قلب به‌دست می‌آید و پیشنهاد شده است که ضربان قلب مهم‌ترین عامل تعیین کننده‌ی آن می‌باشد (۲۳)، با توجه به این‌که در پژوهش حاضر در تمام زمان‌های اندازه‌گیری شده پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی تغییرات ضربان قلب مطابق با تغییرات هزینه‌ی اکسیژن میوکارد بود. بنابراین تغییرات هزینه‌ی اکسیژن میوکارد را می‌توان به تغییرات ضربان قلب نسبت داد.

نتیجه‌گیری

۱. Rezk et al

در کل یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، فعالیت ورزشی مقاومتی منجر به کاهش فشارخون پس از فعالیت می‌شود و ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی یا به عبارتی بزرگی یا کوچکی عضلات به‌کار گرفته شده در ابتدای فعالیت، پاسخ‌های همودینامیکی به این نوع فعالیت ورزشی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. بنابراین می‌توان پیشنهاد داد که افراد کم تحرک و دارای اضافه‌وزن می‌توانند در طراحی برنامه‌ی تمرینی خود از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی استفاده نمایند و از فواید قلبی-عروقی این نوع از فعالیت بهره‌مند شوند.

منابع

۱. Swati S, Pawaria S, Sheetal K. Effects of aerobic versus resistance training on blood pressure in hypertensive patients. Journal of Anesthesia & Critical Care ۲۰۱۵; ۳(۳): ۱-٦. https://doi.org/۱۰,۱۵٤۰٦/jaccoa.۲۰۱۵,۰۳,۰۰۰۹۸

۲. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. Exercise and hypertension: American College of Sports Medicine position stand. Med Sci Sports Exerc ۲۰۰٤; ۳٦(۳): ٥۳۳-٥۳. DOI: ۱۰,۱۲٤۹/۰۱.MSS.۰۰۰۰۱۱٥۲۲٤,۸۸٥۱٤,۳A

۳. Bento VF, Albino FB, Moura KF, Maftum GJ, Santos MD, Guarita-Souza LC, et al. Impact of Physical Activity Interventions on Blood Pressure in Brazilian Populations. Arquivos brasileiros de cardiologia ۲۰۱٥; ۱۰٥(۳): ۳۰۱-۸. https://doi.org/۱۰,٥۹۳٥/abc.۲۰۱٥۰۰٤۸

٤. de Almeida Correia M, Lima AH, Cardoso-Junior CG, Rodrigues-da-Silva AJ, Oliveira JG, Cavalcante BR, et al. Resistance exercise performed with repetitions until failure affects nocturnal blood pressure decreases in hypertensive women. Motricidade ۲۰۱٥; ۱۱(۳): ۱٤۸-٥۷. http://dx.doi.org/۱۰,٦۰٦۳/motricidade.٤۷۰٦

٥. Bermudes AM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima EG. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions: resistive exercise training and aerobic exercise training. Arquivos brasileiros de cardiologia ۲۰۰٤; ۸۲(۱): ٥۷-٦٤. https://doi.org/۱۰,۱٥۹۰/s۰۰٦٦-۷۸۲x۲۰۰٤۰۰۰۱۰۰۰۰٦

٦. Polito MD, Farinatti PT. The effects of muscle mass and number of sets during resistance exercise on postexercise hypotension. The Journal of Strength & Conditioning Research ٢٠٠٩; ٢٣(٨): ٢٣٥١–٧. DOI: ١٠.١٥١٩/JSC.٠b٠١٣e٣١٨١bb٧١aa

٧. Melo CM, Alencar Filho AC, Tinucci T, Mion Jr D, Forjaz CL. Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. Blood Pressure Monitoring ٢٠٠٦; ١١(٤): ١٨٣-٩. DOI: ١٠,١٠٩٧/٠١.mbp.٠٠٠٠٢١٨٠٠٠,٤٢٧١٠,٩١

٨. Morais PK, Campbell CS, Sales MM, Motta DF, Moreira SR, Cunha VN, et al. Acute resistance exercise is more effective than aerobic exercise for ٢٤h blood pressure control in type ٢ diabetics. Diabetes & metabolism ٢٠١١; ٣٧(٢): ١١٢-٧. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.diabet.٢٠١٠,٠٨,٠٠٨

٩. Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion Jr D, Forjaz C. Post–resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. European journal of applied physiology ٢٠٠٦; ٩٨(١): ١٠٥-١٢. DOIhttps://doi.org/١٠,١٠٠٧/s٠٠٤٢١-٠٠٦-٠٢٥٧-y

١٠. Brito AD, Oliveira CV, Santos MD, Santos AD. High-intensity exercise promotes postexercise hypotension greater than moderate intensity in elderly hypertensive individuals. Clinical physiology and functional imaging ٢٠١٤; ٣٤(٢): ١٢٦-٣٢. https://doi.org/١٠,١١١١/cpf.١٢٠٧٤

١١. Mohebbi H, Rohani H, Ghyasi A. Post–exercise responses in blood pressure, heart rate and double product in upper, lower limbs and wholebody resistance exercise. Olympic Journal ٢٠١٣; ٢(٦٢): ٤٥–٥٨. [Full Text in Persian] magiran.com/p١١٧٧٣١٨

١٢. Lima AH, Forjaz CL, Silva GQ, Lima AP, Lins Filho OL, Cardoso Júnior CG, et al. Effect of rest interval on cardiovascular responses after resistance exercise. Motriz: Revista de Educação Física ٢٠١٣; ١٩(٢): ٢٥٢-٦٠. https://doi.org/١٠,١٥٩٠/S١٩٨٠-٦٥٧٤٢٠١٣٠٠٠٢٠٠٠٠٢

۱۳. Koltyn KF, Raglin JS, O'Connor PJ, Morgan WP. Influence of weight training on state anxiety, body awareness and blood pressure. International Journal of Sports Medicine ۱۹۹۵; ۱٦(٤): ۲٦٦-۹. DOI: ۱۰,۱۰۵۵/s-۲۰۰۷-۹۷۳۰۰۳

۱٤. Cardoso Jr CG, Gomides RS, Queiroz AC, Pinto LG, Lobo FD, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. Clinics ۲۰۱۰; ٦۵(۳): ۳۱۷-۲۵. https://doi.org/۱۰,۱۵۹۰/S۱۸۰۷-۵۹۳۲۲۰۱۰۰۰۰۳۰۰۰۱۳

۱۵. Simao R, de Salles BF, Figueiredo T, Dias I, Willardson JM. Exercise order in resistance training. Sports Medicine ۲۰۱۲; ٤۲(۳): ۲۵۱-٦۵. https://doi.org/۱۰,۲۱٦۵/۱۱۵۹۷۲٤۰-۰۰۰۰۰۰۰۰۰-۰۰۰۰۰

۱٦. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. Sports medicine ۲۰۰۵; ۳۵(۱۰): ۸٤۱-۵۱. https://doi.org/۱۰,۲۱٦۵/۰۰۰۰۷۲۵٦-۲۰۰۵۳۵۱۰۰-۰۰۰۰۲

۱۷. Halliwill JR, Minson CT, Joyner MJ. Effect of systemic nitric oxide synthase inhibition on postexercise hypotension in humans. Journal of Applied Physiology ۲۰۰۰; ۸۹(۵): ۱۸۳۰-٦. https://doi.org/۱۰,۱۱۵۲/jappl.۲۰۰۰,۸۹,۵,۱۸۳۰

۱۸. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DD, Franz CB, Lyons S, Faigenbaum A, et al. Exercise order influences number of repetitions and lactate levels but not perceived exertion during resistance exercise in adolescents. Research in Sports Medicine ۲۰۱۳; ۲۱(٤): ۲۹۳-۳۰٤. https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۱۵٤۳۸٦۲۷,۲۰۱۳,۸۲۵۷۹٤

۱۹. Rajalakshmi R, Nataraj SM, Vageesh VI, Dhar MU. Blood pressure responses to steady treadmill exercise in overweight and obese young adults. Indian J Physiol Pharmacol ۲۰۱۱; ۵۵(٤): ۳۰۹–۱٤. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/۲۳۳٦۲۷۲۲/

۲۰. Chen Q, Zhuang H, Liu Y. The association between obesity factor and esophageal caner. Journal of gastrointestinal oncology ۲۰۱۲; ۳(۳): ۲۲٦-۲۳۱. https://doi.org/۱۰,۳۹۷۸٪۲Fj.issn.۲۰۷۸-٦۸۹۱.۲۰۱۲.۰۲٦

۲۱. Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. J ExercPhysiol ۲۰۰۱; ٤(٤): ۱–۱۲. doi: ۱۰.۳٦۳۱۱/jhgd.v۳۲.۱۱٥٤۲

۲۲. Nayebifar Sh, Afzalpour ME, Saghebjoo M, Hedayati M, Shirzaee P. The effect of aerobic and resistance trainings on serum C- Reactive Protein, lipid profile and body composition in overweight women. Scientific Quarterly of Birjand Nursing and Midwifery Faculty ۲۰۱۲; ۸(٤): ۱۸٦–۱۹٦. [□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□] □□□□□□□□□□ □□□□: □□□□□://□□□.□□/□□□□□/۲۰٦۰۰۷/□□

۲۳. Segan R, Gupta V, Walia L, Mittal N. Rate pressure product predicts cardiovascular risk in type ۲ diabetics with cardiac autonomic neuropathy. National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology ۲۰۱۳; ۳(۱): ٤۳-۷. DOI: ۱۰,٥٤٥٥/njppp.۲۰۱۳,۳,٤۳-٤۷

۲٤. Moreno MR, Cunha GA, Braga PL, Lizardo JH, Campbell CS, Denadai ML, et al. Effects of exercise intensity and creatine loading on post-resistance exercise hypotension. Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance ۲۰۰۹; ۱۱(٤): ۳۷۳-۳۷۸. https://doi.org/۱۰,۱٥۹۰/۱۹۸۰-۰۰۳۷,۲۰۰۹v۱۱n٤p۳۷۳

۲٥. Fisher MM. The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. The Journal of Strength & Conditioning Research ۲۰۰۱; ۱٥(۲): ۲۱۰–٦. https://journals.lww.com/nsca-jscr/toc/۲۰۰۱/۰٥۰۰۰

۲٦. Rodriguez D, Polito MD, Bacurau RF, Prestes J, Pontes FL. Effect of different resistance exercise methods on post-exercise blood pressure. Int J Exerc Sci ۲۰۰۸; ۱(٤): ۱٥۳-٦۲. http://www.intjexersci.com/

۲۷. Queiroz AC, Gagliardi JF, Forjaz CL, Rezk CC. Clinic and ambulatory blood pressure responses after resistance exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research ۲۰۰۹; ۲۳(۲): ٥۷۱-۸. DOI: ۱۰,۱٥۱۹/JSC.۰b۰۱۳e۳۱۸۱۹٦b٦۳۷

۲۸. Mohebbi H, Rezaei HR. Hemodynamic response after resistance, aerobic and concurrent exercise in untrained, overweight young men. J Shahid Sodoughi Univ Med Sci ۲۰۱٤; ۱(۲۲): ۹۲۸۹-۱۰۰۱. [Full Text in Persian] http://jssu.ssu.ac.ir/article-۱-۲٦۰۳-fa.html

۲۹. Polito MD, Rosa CC, Schardong P. Acute cardiovascular responses on knee extension at different performance modes. Revista Brasileira de Medicina do Esporte ۲۰۰٤; ۱۰(۳): ۱۷۳-٦. https://doi.org/۱۰,۱٥۹۰/S۱٥۱۷-۸٦۹۲۲۰۰٤۰۰۰۳۰۰۰۰٦